



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 42 16 242 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
G 06 F 13/10

②1 Aktenzeichen: P 42 16 242.4  
②2 Anmeldetag: 16. 5. 92  
④3 Offenlegungstag: 18. 11. 93

DE 42 16 242 A 1

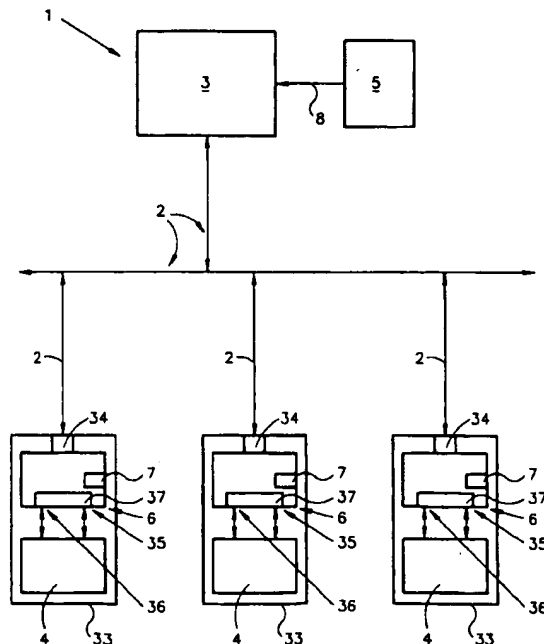
⑦1 Anmelder:  
Leuze Electronic GmbH + Co, 73277 Owen, DE

⑦2 Erfinder:  
Keller, Reinhard, 7312 Kirchheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Identifizierung von Sensoren / Aktuatoren in Bussystemen

⑤7 Verfahren zur Identifizierung von an einem Bussystem (1) angeschlossenen Sensoren (4) und Aktuatoren (4), wobei die Sensoren (4) und Aktuatoren (4) von einer ebenfalls am Bussystem (1) angeschlossenen Rechneinheit (3) gesteuert werden, wobei die Sensoren (4) und Aktuatoren (4) über Schnittstellenbausteine (6) an die Busleitungen (2) angeschlossen sind und jedem Schnittstellenbaustein (6) wenigstens ein Sensor (4) oder Aktuator (4) zugeordnet ist, wobei der Sensor (4) oder Aktuator (4) einen Schalter (7) aufweist, und daß nach Betätigen dieses Schalters (7) eine Kennung von der Rechneinheit (3) an den dem Sensor (4) oder Aktuator (4) zugeordneten Schnittstellenbaustein (6) übertragen wird.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Identifizierung von an einem Bussystem angeschlossenen Sensoren und Aktuatoren, wobei die Sensoren und Aktuatoren von einer ebenfalls am Bussystem angeschlossenen Rechneinheit gesteuert werden, wobei die Sensoren und Aktuatoren über Schnittstellenbausteine an die Busleitungen angeschlossen sind und jedem Schnittstellenbaustein wenigstens ein Sensor oder Aktuator zugeordnet ist.

In der Praxis werden Bussysteme für Sensoren und Aktuatoren vorwiegend für komplexe Regelungs- und Steuerungsprozesse eingesetzt. Die Sensoren übermitteln üblicherweise Prozeßdaten an die Rechneinheit, während die Aktuatoren Informationen aus der Rechneinheit in Regel- oder Steuerkreisen in Schaltvorgänge oder ähnliche physikalische Prozesse umsetzen. Dabei werden alle Steuer- und Regelprozesse von der Rechneinheit zentral verwaltet und koordiniert.

Je nach Anwendung können typischerweise bis zu 255 Aktuatoren und Sensoren an eine Rechneinheit angeschlossen sein. Um den Verkabelungsaufwand in Grenzen zu halten, werden Bussysteme mit Busklemmen verwendet, an die jeweils mehrere ein Sub-Bussystem bildende Schnittstellenbausteine angeschlossen sein können. An jeden Schnittstellenbaustein wiederum können ein oder mehrere Sensoren und/oder Aktuatoren angeschlossen werden.

Nachteilig bei bekannten Verfahren dieser Art ist jedoch, daß eine Identifikation der am Bussystem angeschlossenen Sensoren und Aktuatoren nur eingeschränkt möglich ist. Insbesondere bei der Installationsphase des Bussystems fehlt einem Benutzer dieses Bussystems eine direkte Eingriffs- oder Kontrollmöglichkeit, ob einem bestimmten Sensor oder Aktuator die gewünschte Kennung tatsächlich übertragen wird. Eine fehlersichere Identifizierung des Sensors oder Aktuators ist i. a. nur über die verschiedenen Funktionen der Sensoren oder Aktuatoren im Bussystem möglich.

Demzufolge können Sensoren oder Aktuatoren gleicher Bauart von der Rechneinheit nicht unterschieden werden, wenn die Anschlüsse der Sensoren oder Aktuatoren mit verschiedenen Funktionen des von der Rechneinheit gesteuerten Prozesses belegt sind.

In derartigen Bussystemen können Sensoren oder Aktuatoren nur gegen identische Gegenstücke ausgetauscht werden. Dies schränkt zum einen die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten des Bussystems stark ein. Zum anderen besteht bei einem Auswechseln eines Sensors oder Aktuators die Gefahr, daß durch eine Fehlbelegung einer Sensor- oder Aktuatorfunktion das gesamte Bussystem fehlerhaft arbeitet.

Um eine Unterscheidung der am Bussystem angeschlossenen Sensoren oder Aktuatoren zu gewährleisten, kann in der Steuerungssoftware der Rechneinheit ein entsprechendes Auswerteprogramm vorgesehen sein. Dies bedeutet jedoch einen beträchtlichen zusätzlichen Rechenaufwand in der Rechneinheit.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bussystem so auszubilden, daß die an die Rechneinheit angeschlossenen Sensoren und Aktuatoren einfach und schnell identifiziert und gegebenenfalls ausgetauscht werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Sensor oder Aktuator einen Schalter aufweist, und daß nach Betätigen dieses Schalters eine Kennung von der Rechneinheit an den dem Sensor oder Aktua-

tor zugeordneten Schnittstellenbaustein übertragen wird.

Durch das Auslösen des Schaltvorgangs am Sensor oder Aktuator kann ein Benutzer des Bussystems beispielsweise beim Austausch von Sensoren oder Aktuatoren am Bussystem auf einfache Weise den betreffenden Sensor oder Aktuator auswählen und gleichzeitig über die Rechneinheit kontrollieren, ob der Austausch dort korrekt registriert wurde. Zudem kann ein Austausch von Sensoren und Aktuatoren am Bussystem durchgeführt werden, ohne daß die Steuerungssoftware in der Rechneinheit geändert werden muß.

Bei Bussystemen mit zufälligem Buszugriffsverfahren werden von der Rechneinheit Daten in Form von Datenworten übertragen. Die Kennung bildet einen Teil dieser Datenworte. Die Datenworte können prinzipiell von jedem der am Bussystem angeschlossenen Sensoren oder Aktuatoren übernommen werden.

Im allgemeinen können die Kennungen so strukturiert sein, daß je nach aktuellem Wert der Kennung ein oder mehrere Sensoren oder Aktuatoren das zur Kennung gehörige Datenwort empfangen können. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann jedem Sensor oder Aktuator eine im Bussystem eindeutige Kennung zugewiesen werden. Diese Zuweisung wird vom Benutzer selbst durchgeführt und kann somit einfach überwacht werden. Spätere Änderungen der Kennung können einfach und ohne Gefahr von Verwechslungen vorgenommen werden.

Bei Bussystemen mit kontrolliertem Buszugriff werden die Sensoren oder Aktuatoren zweckmäßigerweise unter einer Adresse zyklisch aufgerufen, wobei vorteilhafterweise die Adresse die Kennung bildet. Jeder Aufruf eines Sensors oder Aktuators von der Rechneinheit wird durch den betreffenden Sensor oder Aktuator mit einer Antwort quittiert. Dabei besteht jeder Aufruf der Rechneinheit aus einem Datenwort, das vorzugsweise einen Adreßteil und einen Informationsteil aufweist, während die Antwort der Sensoren und Aktuatoren aus Datenworten besteht, die lediglich einen Informationsteil aufweisen.

Der Adreßteil enthält die Adresse des anzusprechenden Sensors oder Aktuators. Die Informationsteile der Datenworte enthalten die Daten, die zwischen den Sensoren und Aktuatoren einerseits und der Rechneinheit andererseits ausgetauscht werden. Insbesondere wird während der Installationsphase im Informationsteil des Aufrufs der Rechneinheit die Kennung an den jeweiligen Sensor oder Aktuator übertragen. Das Quittierungssignal des Sensors oder Aktuators wird im Informationsteil des Datenworts an die Rechneinheit übertragen. Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren allein für Bussysteme mit kontrolliertem Buszugriff beschrieben.

Die Identifikation des Sensors oder Aktuators sowie das Einlesen der Kennung in den Schnittstellenbaustein erfolgt zweckmäßigerweise nicht während der gesamten Betriebsdauer des Bussystems, sondern während einer Installationsphase, deren Beginn und Ende von der Rechneinheit vorgegeben werden. Dabei kann vorteilhafterweise die Dauer der Installationsphase von einem Benutzer des Bussystems über eine Eingabeeinheit an der Rechneinheit eingegeben werden. Beispielsweise kann die Eingabe über ein an die Rechneinheit angeschlossenes Terminal erfolgen.

Zu Beginn der Installationsphase wird die Kennung über die Eingabeeinheit in die Rechneinheit eingegeben. Alternativ können Tabellenwerte aus der Steue-

rungssoftware der Rechneinheit hierfür eingelesen werden. Daraufhin wird der Schaltvorgang am Schalter des Schnittstellenbausteins von einem Benutzer des Bussystems ausgelöst. Auf diese Weise kann der Sensor oder Aktuator einfach und schnell im Bussystem identifiziert werden. Zweckmäßigerweise kann der Schalter allein während der Installationsphase aktiviert sein. Dies kann beispielsweise über die Steuerungssoftware der Rechneinheit erfolgen. Im Anschluß daran wird dem Schnittstellenbaustein von der Rechneinheit die Kennung zugewiesen.

Die Kennung wird im Schnittstellenbaustein vorzugsweise in einem EEPROM nichtflüchtig gespeichert. Danach sendet der Schnittstellenbaustein ein Quittierungssignal, womit die Installationsphase für den betreffenden Sensor oder Aktuator beendet ist.

Die Installationsphase kann beispielsweise mit der Inbetriebnahme des gesamten Bussystems zusammenfallen. In diesem Fall werden zweckmäßigerweise vor Beginn der Installationsphase die die Kennungen bildenden Adressen der am Bus angeschlossenen Sensoren und Aktuatoren über die Rechneinheit auf einen Wert  $I_0$  gesetzt, der außerhalb des Wertebereichs der zu vergebenden Zahlenwerte für die Adressen liegt.

Danach wird beispielsweise an einem Sensor der Schalter aktiviert. Daraufhin wird dem Sensor von der Rechneinheit ein von  $I_0$  verschiedener Adreßwert  $I_1$  zugewiesen, der ebenfalls außerhalb des Wertebereichs der zu vergebenden Zahlenwerte für die Adressen liegt. Vorzugsweise sind die Werte  $I_0$  und  $I_1$  der einzelnen Sensoren oder Aktuatoren in den diesen Sensoren oder Aktuatoren zugeordneten Schnittstellenbausteinen gespeichert. Beim nächsten Aufrufzyklus der Rechneinheit kann dem Sensor, dem der Wert  $I_1$  zugeordnet ist, und damit von den anderen angeschlossenen Sensoren oder Aktuatoren, denen der Wert  $I_0$  zugeordnet ist, eindeutig unterscheidbar ist, die zu vergebende Adresse zugewiesen werden. Die Adresse wird in dem dem Sensor zugeordneten Schnittstellenbaustein nichtflüchtig gespeichert.

Ein derartiger Adressierungsvorgang setzt voraus, daß jeweils nur ein Sensor oder Aktuator pro Installationsvorgang adressiert werden kann. Diese Einschränkung kann durch eine Erweiterung des Wertes  $I_1$  auf jeweils verschiedene Werte  $I_1^0, \dots, I_1^n$  ( $n > 1$ ) vermieden werden.

Für die darauffolgenden Adressierungen wird das Verfahren wiederholt, wobei der einzige Unterschied zur ersten Adreßvergabe darin besteht, daß Sensoren oder Aktuatoren, die bereits adressiert wurden, keine Werte  $I_0$  mehr zugewiesen werden, sondern die ihnen zugewiesenen Adressen beibehalten.

Vorzugsweise weist die Rechneinheit eine Koppel-einheit auf, an der über Busleitungen die Schnittstellenbausteine der Sensoren und Aktuatoren angeschlossen sind. Die Koppel-einheit steuert dabei einerseits alle Funktionen des Bussystems und kommuniziert andererseits mit der restlichen Rechneinheit. Zweckmäßigerweise ist auch die Eingabeeinheit an der Koppel-einheit angeschlossen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform weist jeder Schnittstellenbaustein einen Busanschluß auf, so daß jeder Sensor und Aktuator direkt mit der übergeordneten Rechneinheit kommuniziert.

An den Schnittstellenbaustein können zweckmäßigerweise mehrere Sensoren und Aktuatoren angeschlossen sein. Diese Ausführungsform ist besonders kostengünstig, da aufgrund der geringen Anzahl der

Schnittstellenbausteine die Anschlußkosten pro Sensor oder Aktuator an das Bussystem gering gehalten werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist jeder Schnittstellenbaustein einen Anschluß für einen Sensor oder Aktuator auf, wobei der Schnittstellenbaustein vorzugsweise im Sensor oder Aktuator integriert ist.

Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß jeder der Sensor oder Aktuator mit einer Busschnittstelle ausgestattet werden kann, die für mehrere Baugruppen von Sensoren und Aktuatoren einheitlich ausgebildet sein kann, so daß ein Anschließen der Sensoren oder Aktuatoren an das Bussystem ohne weitere Anschlußbausteine ermöglicht wird. Auch das Austauschen von Sensoren oder Aktuatoren am Bussystem wird dadurch wesentlich vereinfacht.

Der Anschluß des Schnittstellenbausteins weist vorzugsweise eine Datenschnittstelle und eine Parameterschnittstelle zur Ankopplung der Sensoren oder Aktuatoren auf.

Zweckmäßigerweise sind die Datenschnittstellen und Parameterschnittstellen der Sensoren und Aktuatoren als Folge von Eingängen und Ausgängen ausgebildet. Die Datenschnittstelle wird bei jedem Aufruf der Rechneinheit angesprochen, so daß beispielsweise Meßdaten der Sensoren oder Aktuatoren kontinuierlich über die Datenschnittstelle an die Rechneinheit übertragen werden können.

Die Parameterschnittstelle wird dagegen in größerem, gegebenenfalls nichtperiodischen Zeitabständen angesprochen. Über die Parameterschnittstelle werden Parameterwerte der Sensoren oder Aktuatoren übertragen, die sich nicht oder nur langsam zeitlich verändern. Hierzu gehören beispielsweise Ausfall- und Vorausschläge bei Lichtschranken, sowie zweckmäßigerweise auch der die Installationsphase einleitende Schaltvorgang der Sensoren und Aktuatoren und die daran anschließend von der Rechneinheit ausgesandte Kennung.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im nachstehenden anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild des Bussystems,

Fig. 2 ein Blockschaltbild der Rechneinheit,

Fig. 3 ein Blockschaltbild des Schnittstellenbausteins.

In Fig. 1 ist ein Bussystem (1) mit drei über Busleitungen (2) an eine Rechneinheit (3) angeschlossenen Sensoren (4) dargestellt. Anstelle der Sensoren (4) können auch Aktuatoren (4) an das Bussystem (1) angeschlossen werden.

Die Rechneinheit (3) steuert als übergeordnete Einheit alle Funktionen des Bussystems (1). Die Eingabeeinheit (5) ist zweckmäßigerweise als Terminal ausgebildet und über eine Leitung (8) mit der Rechneinheit (3) verbunden.

Die Sensoren (4) weisen jeweils einen in den Sensoren (4) integrierten Schnittstellenbaustein (6) auf. Im Schnittstellenbaustein (6) ist der Schalter (7), der zur Identifikation des Sensors (4) während der Installationsphase verwendet wird, integriert.

Die in Fig. 2 dargestellte Rechneinheit (3) weist eine Koppel-einheit (9) zum Anschluß der Sensoren (4) auf. Die Rechneinheit (3) besteht im wesentlichen aus einem Personalcomputer (PC) (10), der die Koppel-einheit (9) als Einschubkarte enthält. Alternativ kann die Rechneinheit (3) auch als SPS-Steuerung ausgebildet sein, in der die Koppel-einheit (9) in Form einer Masterkarte

integriert ist.

Die Kopeleinheit (9) enthält einen Controller (11), der alle Steuerungsfunktionen des Bussystems (1) verwaltet und durchführt. Die Verbindung des Controllers (11) zu den Busleitungen (2) ist über eine Busankopplung (12) realisiert. Ferner ist der Controller (11) mit einem ebenfalls in der Kopeleinheit (9) integrierten Dual Port RAM (Random Access Memory) (13) verbunden. Das Dual Port RAM bildet die Schnittstelle zum Anschluß an den PC (10). Die Kommunikation zwischen PC (10) und Kopeleinheit (9) erfolgt zweckmäßigerweise über einen AT-Bus (14).

Ferner weist die Kopeleinheit (9) eine Terminalschnittstelle (15) zum Anschluß eines die Eingabeeinheit (5) bildenden Terminals auf. Die Terminalschnittstelle (15) wird vom Controller (11) angesteuert.

Der Schnittstellenbaustein (6) ist vorzugsweise als integrierter Schaltkreis (16), beispielsweise in Form eines ASIC, ausgebildet. In der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform weist der integrierte Schaltkreis (16) sechzehn Anschluß-Pins (17—32) auf.

Der Schnittstellenbaustein (6) ist im Gehäuse (33) des Sensors (4) integriert und weist einen Busanschluß (34) für die Busleitungen (2) auf. Der Busanschluß (34) kann in Form einer Schneidklemmverbindung ausgebildet sein. Vorzugsweise sind die Busleitungen (2) als Zweidraht-Schaltleitungen ausgebildet. Hierfür sind am integrierten Schaltkreis (16) insgesamt drei Anschluß-Pins (18, 24, 32) (zwei Anschluß-Pins (18, 24) für die Zweidrahtbusleitungen sowie ein Anschluß-Pin (32) für eine OV-Leitung) vorgesehen.

Der Schnittstellenbaustein (6) weist einen Anschluß (37) zur Ankopplung der Sensoren (4) auf mit einer Datenschnittstelle (35) und einer Parameterschnittstelle (36), für die jeweils vier Anschluß-Pins (25, 26, 27, 28, 19, 20, 21, 22) am integrierten Schaltkreis (16) vorgesehen sind, auf. Je nach Ausbildung des Sensortyps sind die Anschluß-Pins (19, 20, 21, 22) der Parameterschnittstelle (36) und die Anschluß-Pins (25, 26, 27, 28) der Datenschnittstelle (35) als Eingänge und/oder Ausgänge am integrierten Schaltkreis (16) ausgebildet.

Die während der Installationsphase von der Rechneereinheit (3) auf den Schnittstellenbaustein (6) eingelesene Kennung ist in einem in den Zeichnungen nicht dargestellten Speichermedium nicht flüchtig gespeichert. Das Speichermedium ist vorzugsweise als EEPROM ausgebildet.

Der während der Installationsphase aktivierte Schalter (7) ist auf dem Schnittstellenbaustein (6) integriert. Der Schalter (7) kann als Taster oder alternativ als magnetischer Schalter bzw. in Form einer Kurzschlußbrücke ausgebildet sein. Vorzugsweise ist der Schalter (7) mit einem Anschluß-Pin (22) der Parameterschnittstelle (36) verbunden. Die Anschlußform ist deshalb zweckmäßig, da die Parameterschnittstelle (36) üblicherweise nicht bei jedem Aufruf der Rechneereinheit (3) angesprochen wird, sondern in größeren, evtl. nicht periodischen Zeitabständen, die an die spezifischen Anforderungen des Bussystems (1) angepaßt sein können. Diese geringe Abfragerate reicht für die Datenübertragung des Schalters (7) zur Rechneereinheit (3) aus, da der Schalter (7) während der Installationsphase nur für kurze Zeit aktiviert wird.

Die verbleibenden Anschluß-Pins (17, 23, 29—31) des integrierten Schaltkreises (16) werden zweckmäßigerweise mit einer Spannungsversorgung (17) sowie je einer Datastrobe- und Parameterstrobe-Leitung (23) zur Taktung der über die Datenschnittstelle (35) und die

Parameterschnittstelle (36) übertragenen Informationen verwendet. Die restlichen Anschlüsse (30, 31) werden sinnvollerweise für weitere Taktleitungen verwendet.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Identifizierung von an einem Bussystem angeschlossenen Sensoren und Aktuatoren, wobei die Sensoren und Aktuatoren von einer ebenfalls am Bussystem angeschlossenen Rechneereinheit gesteuert werden, wobei die Sensoren und Aktuatoren über Schnittstellenbausteine an die Busleitungen angeschlossen sind und jedem Schnittstellenbaustein wenigstens ein Sensor oder Aktuator zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (4) oder Aktuator (4) einen Schalter (7) aufweist, und daß nach Betätigen dieses Schalters (7) eine Kennung von der Rechneereinheit (3) an den dem Sensor (4) oder Aktuator (4) zugeordneten Schnittstellenbaustein (6) übertragen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedem am Bussystem angeschlossenen Sensor (4) oder Aktuator (4) eine Adresse zugewiesen ist, unter der die Sensoren (4) und Aktuatoren (4) von der Rechneereinheit (3) zum Austausch von Daten zyklisch abgefragt werden, und daß die Kennung von der Adresse gebildet ist.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Einlesen der Kennung in den Schnittstellenbaustein (6) ausschließlich während einer Installationsphase erfolgt, deren Beginn und Ende von der Rechneereinheit (3) vorgegeben werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaltvorgang am Schalter (7) des Schnittstellenbausteins (6) durch einen Benutzer des Bussystems (1) ausgelöst wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (7) allein während der Installationsphase aktiviert ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—5, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Rechneereinheit (3) zugewiesene Kennung im Schnittstellenbaustein (6) nichtflüchtig gespeichert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beendigung der Installationsphase der Schnittstellenbaustein (6) nach erfolgter Zuweisung der Kennung an die Rechneereinheit (3) ein Quittierungssignal sendet.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rechneereinheit (3) eine Kopeleinheit (11) aufweist, an der über Busleitungen (2) die Schnittstellenbausteine (6) der Sensoren (4) und Aktuatoren (4) angeschlossen sind.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Eingabeeinheit (5) an die Kopeleinheit (11) angeschlossen ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Schnittstellenbaustein (6) einen Busanschluß (34) aufweist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Schnittstellenbaustein (6) einen Anschluß (37) für einen Sensor (4) oder Aktuator (4) aufweist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch ge-

kennzeichnet, daß der Schnittstellenbaustein (6) im Sensor (4) oder Aktuator (4) integriert ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschluß (37) des Schnittstellenbausteins (6) eine Datenschnittstelle (35) und eine Parameterschnittstelle (36) aufweist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

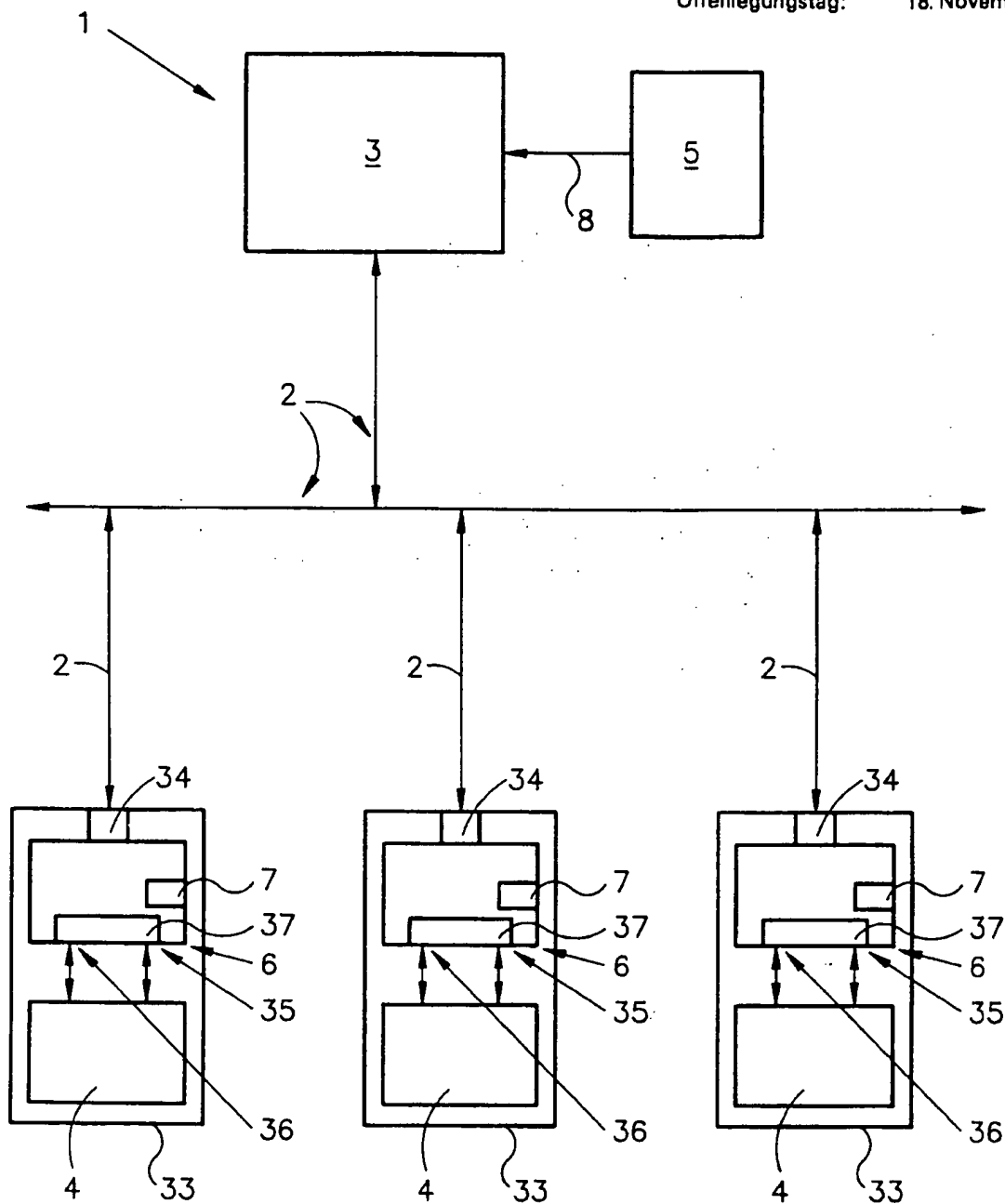
45

50

55

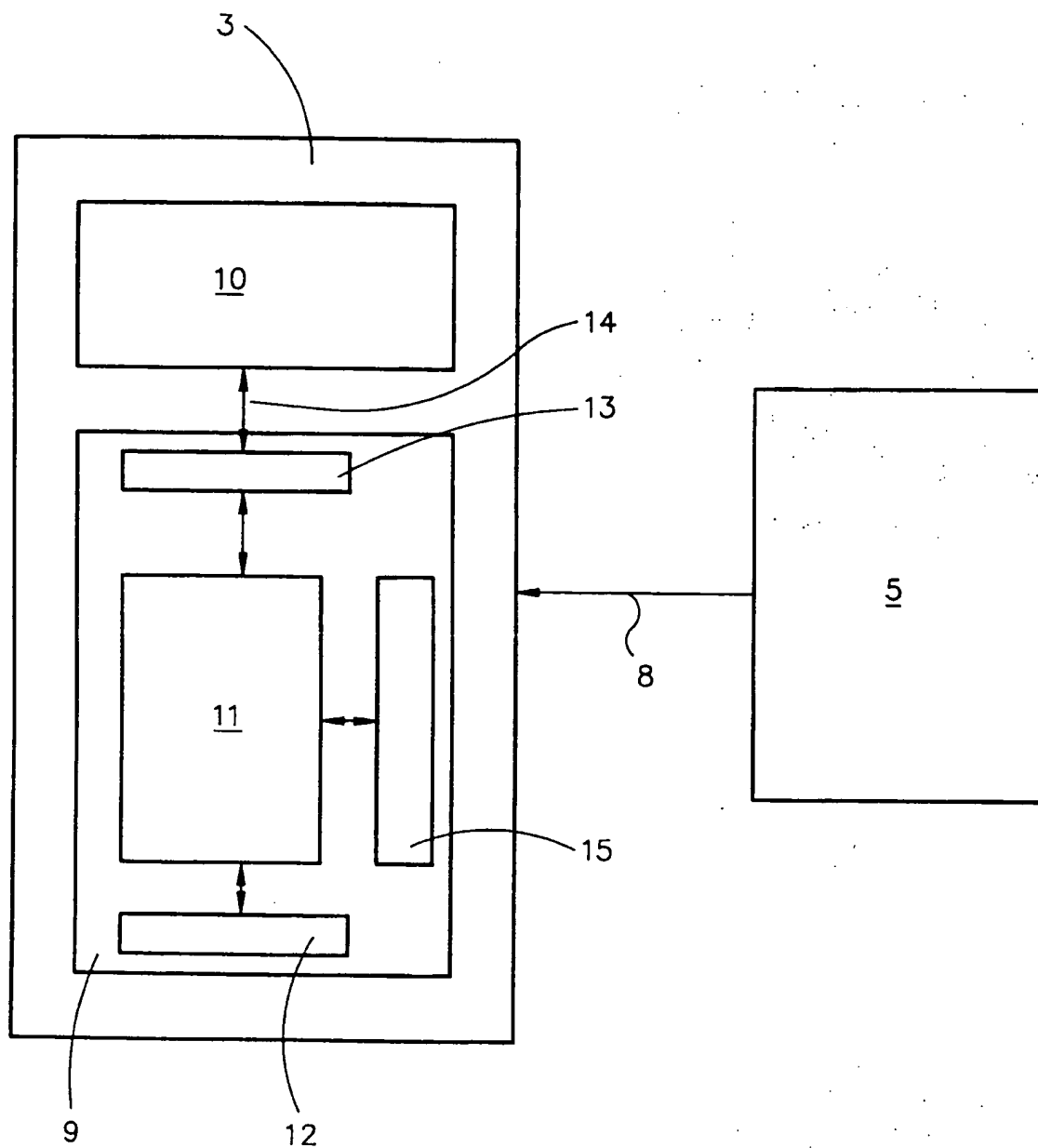
60

65



Best Available Copy

Fig. 1



Best Available Copy

Fig. 2

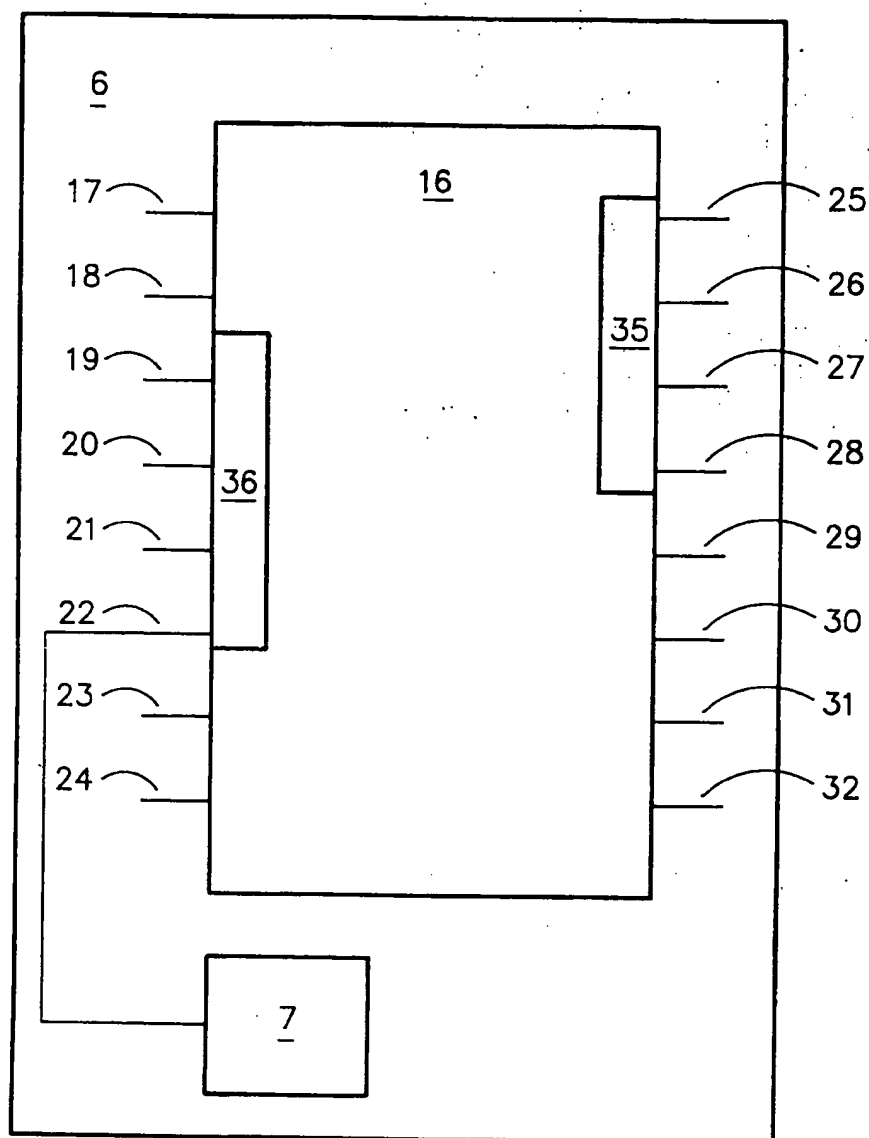


Fig. 3

Best Available Copy